DOCUMENT RESUME

ED 118 644 TM 005 139

AUTHOR Rimoldi, Horacio J. A.
TITLE Solucion de Problemas y Procesos Cognoscitivos (Problem Solving and Cognitive Processes). Publication No. 41.
INSTITUTION Centro Interdisciplinario de Investigaciones en Psicologia Matematica y Experimental, Buenos Aires (Argentina).
PUB DATE 20 May 74
NOTE 34p.; In Spanish

EDRS PRICE MF-$0.83 HC-$2.06 Plus Postage
DESCRIPTORS *Cognitive Processes; Language; Logical Thinking; *Problem Solving

ABSTRACT

The study of problem solving is made through the analysis of the process that leads to the final answer. The type of information obtained through the study of the process is compared with the information obtained by studying the final answer. The experimental technique used permits to identify the sequence of questions (tactics) that subjects ask when solving a problem. Problems may be characterized in terms of their logical structure and their manner of presentation (language). Those problems having the same logical structure (isomorphic) may be solved using the ideal tactics. Ideal tactics is not redundant, reduces uncertainty to zero, has no inversions in the order in which questions are asked and has no irrelevancies. The observer tactics may be evaluated considering "distance" to the ideal tactics. Results obtained in several studies are reported. A theoretical formulation of cognitive processes is attempted. This formulation is based on experimental data and considers two basic components: (1) logical structure, and (2) language, as well as their interaction and the influence that other variables have on cognitive processes. (Author)

****
* Documents acquired by ERIC include many informal unpublished *
* materials not available from other sources. ERIC makes every effort *
* to obtain the best copy available. Nevertheless, items of marginal *
* reproducibility are often encountered and this affects the quality *
* of the microfiche and hardcopy reproductions ERIC makes available *
* via the ERIC Document Reproduction Service (EDRS). EDRS is not *
* responsible for the quality of the original document. Reproductions *
* supplied by EDRS are the best that can be made from the original. *
****

CIIPME

Centro Interdisciplinario de Investigaciones en Psicología Matemática y Experimental
Habana 3870 - Buenos Aires, R. Argentina

ED118644

TM005 139

U S DEPARTMENT OF HEALTH
EDUCATION & WELFARE
NATIONAL INSTITUTE OF
EDUCATION

THIS DOCUMENT HAS BEEN REPRODUCED EXACTLY AS RECEIVED FROM THE PERSON OR ORGANIZATION ORIGINATING IT. POINTS OF VIEW OR OPINIONS STATED DO NOT NECESSARILY REPRESENT OFFICIAL NATIONAL INSTITUTE OF EDUCATION POSITION OR POLICY

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas - Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires

Centro Interdisciplinario de Investigaciones en Psicología Matemática y Experimental
(CIIPME)
Habana 3870 - Buenos Aires - República Argentina

SOLUCION DE PROBLEMAS Y PROCESOS COGNOSCITIVOS

Horacio J.A. Rimoldi

P u b l i c a c i ó n N° 41

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - U.B.A.

SOLUCION DE PROBLEMAS Y PROCESOS COGNOSCITIVOS

Horacio J.A. Rimoldi

Resumen - Se estudia la solución de problemas a través del análisis del proceso que lleva a la respuesta final. Se hacen consideraciones acerca del tipo de información que se obtiene estudiando el proceso y se la compara con la que surge del análisis de la respuesta final. La técnica experimental empleada consiste en identificar la secuencia de preguntas (táctica) que un sujeto hace para resolver un problema. Los problemas se pueden caracterizar considerando sus estructuras lógicas y su forma de presentación (lenguaje). Todos aquellos problemas con la misma estructura lógica - isomórficos - pueden resolverse usando una misma táctica ideal, que no es redundante, reduce la incertidumbre a cero, no tiene inversiones en el orden lógico de las preguntas y no tiene preguntas irrelevantes. La táctica observada se evalúa en términos de su "distancia" a la táctica ideal. Se presentan resultados obtenidos en abundantes estudios y se intenta una formulación teórica, basada en estos datos experimentales, acerca de procesos cognoscitivos en general, considerando dos componentes primordiales: estructura lógica y lenguaje y su interacción, así como la influencia que otras variables ejercen en los procesos cognoscitivos.

Abstract - The study of problem solving is made through the analysis of the process that leads to the final answer. The type of information obtained through the study of the process is compared with the information obtained by studying the final answer. The experimental technique used permits to identify the sequence of questions (tactics) that subjects ask when solving a problem. Problems may be characterized in terms of their logical structure and their manner of presentation (language). Those problems having the same logical structure (isomorphic) may be solved using the ideal tactics. Ideal tactics is not redundant, reduces uncertainty to zero, has no inversions in the order in which questions are asked and has no irrelevancies. The observer tactics may be evaluated considering "distance" to the ideal tactics. Results obtained in several studies are reported. A theoretical formulation of cognitive processes is attempted. This formulation is based on experimental data and considers two basic components: 1°) logical structure, and 2°) language, as well as their interaction and the influence that other variables have on cognitive processes.

SOLUCION DE PROBLEMAS Y PROCESOS COGNOSCITIVOS (*)

Horacio J.A. Rimoldi

La ciencia experimental evoluciona balanceando hechos y teorías. Su mutuo control y su interacción permiten establecer conocimientos científicos válidos. El criterio de validez es, pués, doble de manera que toda nueva adquisición debe estar basada en la experiencia - observación o experimento - y debe ajustarse al sistema de formulaciones abstractas que pertenecen a la teoría. Ni una mera colección de hechos e información ni un sistema lógico de formulaciones abstractas constituyen de por sí ciencia experimental. Consecuentemente, los requerimientos que debe satisfacer un científico experimental son complejos. Se refieren a la invención de técnicas para observar y experimentar, a establecer metodologías apropiadas, a formular hipótesis que pueden vereficarse o no, a sistematizar la información obtenida y a verificar y reverificar resultados convergentes y divergentes. Las preguntas que hace el científico no son menos importantes que las respuestas que obtiene, y el considerar las posibles fuentes de error y lo que hace con respecto a las mismas caracterizan el talento investigador.

La historia de la Psicología muestra una oscilación pendular entre la teoría y los hechos. Una señal de inmadurez experimental es descartar consideraciones teóricas, porque hechos bien establecidos resisten integrarse dentro de una teoría. Pero también es signo de inmadurez descartar hechos porque los mismos no se ajustan a una teoría.

Tal vez como resultado de un fuerte entrenamiento experimental, suelo sentirme incómodo con la tendencia a hacer formulaciones teóricas que no tienen fundamentación sólida en la observación y la experimentación. Si se las presenta hábilmente pueden captar la atención de investigadores con escasa experiencia quienes no consideran que las teorías están para explicar a la naturaleza y no al revés. Por el contrario, si falta integración, la interpretación de la naturaleza se vuelve una colección de hechos dispersos y desconectados de modo que el verdadero progreso hacia el conocimiento y el descubrimiento se ve seriamente limitado.

Estas observaciones deberían facilitar la comprensión de la secuencia de estudios sobre procesos cognoscitivos que con mis colaboradores he realizado en Estados Unidos y en la Argentina durante un período de más de veinte años. Primero haré algunos comentarios sobre Inteligencia y Solución de Problemas que tienen relación con nuestros objetivos. Me referiré luego a aspectos teóricos y metodológicos que conciernen a la teoría de los tests y a su aplicación. Finalmente sugeriré una forma de estudiar los procesos cognoscitivos y presentaré algunos de nuestros resultados, así como algunos problemas que merecen, a mi criterio, ser explorados.

(*) Publicación del Centro Interdisciplinario de Investigaciones en Psicología Matemática y Experimental (CIIPME) N° 41.

Inteligencia

La palabra inteligencia parece estar hoy, un si es no es, fuera de moda. No obstante, aquellos interesados en estudios cognoscitivos y en solución de problemas no pueden, a fuer de verdad, ignorar el notable progreso hecho en estos campos por psicólogos como Ch. Spearman en Londres y por L.L. Thurstone en Chicago, para citar solamente a dos de los más importantes. Ambos contribuyeron a delimitar el concepto, a inventar técnicas, métodos e instrumentos y a ubicar el problema sobre una base sólida, tanto experimental como teórica.

Es importante tratar de discernir aquello que es común a ambos. Tanto Thurstone como Spearman y algunos de sus discípulos estaban interesados en determinar la dimensionalidad de la inteligencia para poder definir parámetros (factores) que trascendieran el contenido de los instrumentos empleados para estudiarla. En el logro de este objetivo surgió una nueva ciencia, la Psicometría. Se inventaron nuevos procedimientos y se hicieron formulaciones que se extendieron más allá de la Psicología hacia otras ciencias. En segundo lugar se interesaron en el dinamismo mental. Testigo de ello es la forma en que Spearman formuló el concepto de G y de los factores de grupo y la forma en que Thurstone describía sus factores, así como la serie de estudios en los cuales aparece implícita o explícitamente la dinámica del proceso cognoscitivo. Rara vez se señala este aspecto. Sin embargo, su interpretación de los resultados de los tests así como la construcción de los mismos y su enunciación de hipótesis tienen abundantes connotaciones dinámicas. Por razones que desconozco parece no haberse intentado estudiar como tal este aspecto del fenómeno de cognición, aunque lo hipotetizaron y lo utilizaron en la interpretación de las respuestas de los sujetos.

Las diferencias entre las escuelas de Londres y de Chicago están hoy casi olvidadas. Yo personalmente me interesé en ellas al final de la década del cuarenta (1,2). En ese entonces surgieron varias preguntas. Una de ellas se refería a la falta de instrumentos apropiados para evaluar en forma objetiva procesos cognoscitivos. La otra se refería al control de aquellos componentes que trascienden la manera de presentar el material experimental. Y una no menos importante se refería al desarrollo de una técnica que, dando al sujeto libertad en su forma de proceder, fuera observable experimentalmente. En función de ella debería ser posible intentar una definición de estilos cognoscitivos.

Solución de problemas

El rigor de los estudios antes mencionados tiene parangón con la riqueza de información proveniente de aquellos trabajos cuyo objetivo es comprender los procesos de solución de problemas.

Los introspeccionistas experimentales estaban interesados en saber lo que "ocurría en la mente de un sujeto". Pero dada la naturaleza de sus datos los resultados obtenidos no justificaron sus esfuerzos. Las posibilidades mejoraron significativamente gracias a estudios como los de Wertheimer, Duncker y Kohler entre otros. Estos investigadores acentuaron el estudio de los procesos que llevan a la solución de un problema más que la solución en sí. Ello podía hacerse experimentalmente solicitando la verbalización de los pensamientos de los sujetos o analizando cómo los elementos del problema eran ordenados y clasificados.

Estas observaciones sirvieron para complementar en cierta medida la información obtenida empleando pruebas de inteligencia. Pero, dentro de lo que podemos apreciar, los controles experimentales y la evaluación de los resultados no hicieron justicia a la riqueza de las observaciones y a la imaginación que demostraron para inventar formas de verificar las hipotésis que surgían de sus estudios. Conceptos tales como cierre, buenas "gestalts", desvío, orden y simetría, etc. fueron así identificados. Estos y otros conceptos iban a desempeñar un papel de importancia en la definición de procesos y estilos cognoscitivos.

So peligro de supergeneralizar y en pro de una simplificación se podría decir que aquellos interesados en la solución de problemas intensificaron el estudio del proceso considerando la solución en sí como un acontecimiento del tipo "insight". A su vez aquellos interesados en el estudio de la Inteligencia intensificaron el estudio de las respuestas suponiendo un proceso subyacente que no examinaron como tal. Esto implica que el hallar la respuesta al item de un test significa resolver un problema, considerando que cada item es en sí un problema que debe ser resuelto y que la solución del mismo no se conoce de antemano. Esto se refiere fundamentalmente a pruebas de razonamiento y potencial de talento más que a pruebas de información, memoria, etc.

Finalmente, podría decirse que aquellos interesados en el estudio de las respuestas contribuyeron sólidamente a desarrollar la Psicometría, mientras que aquellos interesados en el estudio de los procesos inventaron situaciones experimentales ingeniosas.

Teoría de pruebas mentales

La teoría psicométrica de las pruebas mentales -"tests"- no se ha ocupado mayormente en discutir secuencias de acontecimientos. Sin embargo, tales secuencias constituyen una parte integral en el estudio de los procesos. A este difícil problema que llama a nuestra curiosidad hemos dedicado parte de nuestro trabajo. Más allá de este aspecto otros que pertenecen a la teoría de los tests se relacionan con nuestra labor e intentaremos discutirlos brevemente.

En primer lugar, una suposición general se refiere a que los puntajes observados son parcialmente función de la habilidad verdadera de los sujetos (3,4,5). La distribución de esta habilidad verdadera es rara vez conocida y como es bien sabido se han desarrollado varios procedimientos para poder estimarla. Aunque éste es un problema de gran importancia teórica y práctica no entraremos a discutirlo.

Un test suele consistir en una colección de items. Estos items son estímulos que generan ciertas respuestas. El esquema es S → R. El constructor del test decide un plan para la corrección de los resultados a fin de obtener para cada item una evaluación numérica. Combinando estos valores en forma especificada se obtiene el puntaje observado. En otras palabras, los puntajes observados son función de la evaluación numérica de las respuestas a todos los items del test.

La situación ideal corresponde al caso en que uno y sólo un grupo de respuestas corresponde a uno y sólo un puntaje observado. Esto no ocurre siempre, desde que diferentes grupos de respuestas pueden generar el mismo puntaje observado. Un ejemplo sería el caso en que todas las respuestas tienen el mismo

pesaje (aunque esto no es necesario). Cualquier conjunto de respuestas entre las posibles dará el mismo puntaje observado. Esto crea problemas lógicos y hace menos precisos los significados de ciertas propiedades de los tests, tales como confiabilidad, validez, etc. Por ejemplo, en las condiciones especificadas, 2 respuestas correctas en un test de 20 ítems pueden resultar de 190 diferentes combinaciones de 20 ítems tomados de a dos.

El mismo conjunto de respuestas puede dar diferentes puntajes observados dependiendo del pesaje numérico que se asigna a cada ítem. En este caso rige una relación del tipo : un conjunto de respuestas - muchos puntajes observados. Esto ocurrirá cuando diferentes psicólogos asignen diferentes pesajes a los mismos ítems.

Rara vez podemos justificar plenamente -o no justificar- los pesajes que se dan a los diferentes ítems. Es pues prudente proceder manteniendo la situación tan simple como sea posible. Si por el contrario la información de que disponemos es tal que se puede justificar con razones válidas un tipo de pesaje y no otro, el no hacerlo significa perder valiosa información.

Es pues conveniente tener gran cuidado con los índices numéricos que se utilizan para evaluar ítems y para obtener puntajes observados. Existen algunos tests de inteligencia, bien conocidos y ampliamente utilizados, en los cuales aquellos sujetos que dan respuestas más generales, más lógicas, más defendibles, etc., obtienen peores puntajes que aquellos que ofrecen respuestas vulgares y comunes. Sin embargo, estos tests están destinados a medir la inteligencia y no la vulgaridad o acuerdo con un grupo.

Los puntajes observados se interpretan generalmente en función de los resultados obtenidos en un grupo normativo. Aumentando el tamaño de este grupo se obtiene una mejor aproximación a los resultados esperados en la población a la cual pertenece el grupo normativo. Dicho de otra manera : la distribución de los puntajes observados es función de los valores numéricos asignados a las respuestas y de los sujetos que definen la muestra normativa. Cambiando esta muestra es muy probable que cambie la distribución de los puntajes, como también cambiará si se usa otro tipo de pesaje para evaluar los ítems. Esto hace difícil interpretar puntajes en estudios transculturales a no ser que se tenga la certeza de que los sujetos que se estudian pertenecen a la misma población de sujetos de la cual se ha extraído la muestra utilizada para dar las normas.

La interpretación de los puntajes observados se suele hacer en función de las normas del test. En general se hace referencia a ciertas estadísticas de tendencia central y /o dispersión. Así se identifican diferencias individuales. Pero basándonos en lo anteriormente expuesto resulta que el mismo puntaje observado tendrá diferentes interpretaciones en función del grupo normativo empleado. En otras palabras, la probabilidad de obtener un cierto puntaje dado el grupo normativo A no es la misma que la probabilidad de obtener el mismo puntaje dado otro grupo normativo. Es decir, que el mismo puntaje observado no significa lo mismo en todos los casos, a no ser que tengamos absoluta certeza de que el sujeto estudiado pertenece a la misma población de sujetos a la que pertenece la muestra normativa. Esto trae dudas acerca de la objetividad y consistencia de nuestros resultados e interpretaciones. El problema parece consistir en poder definir un punto de comparación tal que el mismo no se vea afectado por diferentes muestreos y que sea, además, aceptable y consistente, lógica y experi-

mentalmente. Desde 1954 (6,7) hemos considerado diferentes alternativas para poder definir tal estándar. En otras palabras, en lugar de evaluar con referencia a una media, evaluamos los resultados experimentales con relación a su aproximación a un cierto criterio. Glaser and Nitko (8), Carver (9) y otros se han ocupado de este problema en 1971 y 1974, respectivamente. La pregunta que hacemos es la siguiente : se satisface o no el criterio ? más bien que : cuán distante está un sujeto de las estadísticas normativas ? Algunas tácticas empleadas en la solución de problemas -llamadas tácticas ideales- parecen satisfacer estas condiciones. En varios aspectos esto es similar al concepto de "mastery learning" en investigaciones educacionales (10).

La relación entre procesos de solución de problemas y respuesta final es moderada. Se puede demostrar que la misma respuesta puede lograrse utilizando procesos diferentes. Estos procesos son índices de estilos cognoscitivos. El estudio de los procesos vicariantes que convergen en una misma respuesta final es un muy interesante tema de investigación. Podemos concluir que para estudiar habilidad en resolver problemas el estudio de las respuestas finales puede no ser lo más adecuado. Y, sin embargo, hay estudios sobre solución de problemas que hacen exactamente eso. Pensamos que esta manera de proceder trae consigo pérdida de información, además de que al no estudiar el proceso en sí la interpretación de los resultados puede ser debida más a lo que el psicólogo cree que el sujeto hace que a lo que este último en realidad hace. El modelo S→R oculta mucha información. Para estudiar procesos deben estudiarse procesos. Es decir que es bueno evitar en la medida de lo posible ciertas inferencias y que el sujeto mismo debe decirnos qué es y cómo es lo que ha hecho para resolver un cierto problema. Para ello debe poseer toda la libertad necesaria y compatible con las limitaciones experimentales en su procesamiento de información. El experimentador debe ser esencialmente pasivo y en sus interpretaciones no deben jugar un papel preponderante sus suposiciones. Claramente, este no es un problema estadístico o metodógico. Es esencialmente un problema psicológico.

Ilustraré algunos de estos aspectos con un ejemplo. Sea un ítem del tipo de los que se usan con frecuencia en tests de razonamiento, por ejemplo : 2 es a 8 como 3 es a ..... Hay varias respuestas correctas. Por ejemplo 9 (desde que 8-2=6, y 3+6=9), 27 (desde que $2^3=8$ y $3^3=27$), cualquier número impar (desde que 2 y 8 son pares y 3 es impar), y así sucesivamente. La respuesta 12 es también correcta. Nótese que 2 por 4 es igual a 8 de manera que 3 por 4 dará 12, pero también 3 es 1 1/2 veces 2, y 1 1/2 veces 8 es 12, etc., etc.. Es decir que no sólo hay varias respuestas correctas pero que una respuesta dada puede obtenerse utilizando diferentes formas de proceder. Hace años, varios lógicos de la Universidad de Chicago, hicieron trizas, por razones similares a las anotadas, un bien conocido test de inteligencia. La conclusión es pues : que las respuestas ocultan-o al menos no hacen explícita- la manera de proceder del sujeto en todas sus formas vicariantes. Además el número posible de respuestas es en general menor que el número de procesos que las preceden, a no ser que se logre definir una situación tal que la relación entre proceso y respuesta sea del tipo uno-uno. Esto reduce pues la posibilidad de identificar diferencias individuales.

Este tipo de situación no se ve mejorada con el uso de ítems del tipo "multiple choice", etc., etc. Como se dijo anteriormente el problema es

psicológico y tiene que ver con el evitar ciertas correspondencias entre procesos y respuestas. Es claro que este tipo de observaciones tiene menor importancia en ciertos tests que miden esencialmente información, memoria, etc. aunque en algunos de ellos las críticas anotadas podrían ser válidas.

Una condición a considerar se refiere a los límites de tiempo que se permiten en la administración de un test. Hemos demostrado (11) que el mayor rendimiento en trabajo físico se logra cuando un sujeto trabaja a su propio ritmo y/o velocidad. Otros tiempos producen una reducción en la cantidad de trabajo. Además existe un factor de tempo cognoscitivo (12) que se refiere a la velocidad natural y espontánea con que un sujeto efectúa tareas cognoscitivas. Esto parece coincidir con ciertos resultados obtenidos recientemente en el área educacional y de acuerdo con los cuales el dominio de un cierto material educacional se obtiene mejor si el alumno trabaja dándose su propio tiempo (10). En verdad, se podría pensar que fracasos académicos podrían ser en parte debidos a los límites de tiempo que se establecen para explicar o para trabajar con material educativo. Una información de tipo semejante es la que en el momento actual está obteniendo Y. Bégin en el proyecto SAGE. Consecuentemente, y en el estado actual de nuestros conocimientos, los tempos individuales no deberían ser afectados por las condiciones experimentales.

Condiciones experimentales mínimas que se requieren para estudiar procesos

Desde que un proceso implica una secuencia de acontecimientos, los resultados experimentales deben permitir identificar tal secuencia. Debe existir correspondencia entre los procesos mentales y lo que el sujeto hace. Se llama táctica a la secuencia de pasos que el sujeto sigue cuando resuelve un problema. Se supone que esta táctica corresponde al proceso mental del sujeto. La táctica, ea, diríamos, el mapa observable de la actividad mental (13,14).

Dentro de ciertas limitaciones experimentales el sujeto debe tener libertad para solicitar cuando lo desee la información que desea para poder resolver un problema. Solicitar información es hacer una pregunta y el hacer una pregunta es un acontecimiento que puede ser identificado. Consecuentemente, la táctica de un sujeto se caracteriza por las preguntas que el sujeto hace y por el orden en que las hace. El sujeto busca activamente y el experimentador se limita a cumplir una función más pasiva que es la de proveer la información que el sujeto desea. Esta situación es diferente a la que prevalece en la mayoría de las pruebas mentales en las cuales los sujetos responden a preguntas que se les hace sin hacer ellos mismos tales preguntas.

La técnica que hemos esbozado requiere que el sujeto realice un tipo de tarea que puede tomar formas diversas. Estas variaciones son importantes para identificar estilos cognoscitivos. Una vez que el sujeto no hace más preguntas debe dar su respuesta final. En resumen, la situación experimental se centra fundamentalmente en el sujeto y no en el experimentador.

Técnica para estudiar procesos en la solución de problemas y sus aplicaciones

La técnica que desarrollamos entre 1953 y 1954 (6) utiliza una colección de tarjetas. En una de ellas se presenta un problema que el sujeto debe tratar de resolver. Las preguntas que puede hacer para resolverlo van consignadas en las otras a razón de una pregunta por tarjeta. La respuesta a cada pregunta va dada en el reverso de la tarjeta correspondiente. El sujeto puede hacer las preguntas que desee cuando lo desee. Su tarea termina cuando no hace más preguntas o cuando da una solución al problema. El experimentador registra las preguntas que el sujeto hace en el orden en que las hace. Esta secuencia es la táctica.

Las respuestas a las preguntas pueden darse verbalmente, por escrito, por medio de figuras, símbolos abstractos, etc. La forma de presentación del problema puede ser muy variada. Por ejemplo : la respuesta a una pregunta puede aparecer borrando un espacio en blanco que sigue a cada pregunta, o consultando un cuadernillo codificado, o examinando una colección de objetos, etc. Estas formas de presentación no alteran los requisitos fundamentales antes anotados.

Nótese que el sujeto no genera por sí mismo las preguntas que hace. Ello se debe a varias razones. En primer lugar, si el sujeto tiene la libertad de hacer cualquier pregunta que desea es prácticamente imposible especificar de antemano qué respuestas debe dar el experimentador. Esto ocasionaría una interacción entre el experimentador y el sujeto que es muy difícil de controlar.

En algunos estudios analizamos este problema (15,16,17). Por ejemplo : en una hoja de papel blanco se diseña una figura que consiste en varias áreas de diferentes tamaños, colores, límites, etc. El sujeto debe adivinar una de estas áreas y para ello hace preguntas. Por ejemplo : está en la parte superior del dibujo ?, ó está en la mitad derecha ?, ó es de color azul ?, ó tiene límites formados por líneas rectas ?, etc., etc. En tal situación, el número de preguntas que el sujeto puede hacer está limitado por la complejidad del dibujo de manera que es posible conocer de antemano las preguntas que pueden hacerse y así establecer cuáles son las respuestas que corresponden. Comparando este tipo de problema con los anteriormente descriptos, las diferencias, en términos de lo que los sujetos hacen, parecen ser menores.

La técnica descripta al comienzo de este subcapítulo se empleó para estudiar habilidad diagnóstica en Medicina (18,19,20,21,22). El problema consiste en un caso clínico a diagnosticar y las preguntas que se pueden hacer se refieren a aspectos de la entrevista clínica, análisis físico y datos de laboratorio. Las tácticas muestran cómo cada médico procede en el diagnóstico de un caso clínico, ya sea éste real o "ad hoc". En una serie de artículos discutimos : la organización interna del proceso diagnóstico (23), las diferencias ocasionadas por los diferentes niveles de conocimiento y experiencia médica (24), las diferencias entre varias escuelas de Medicina, el acuerdo entre las tácticas que los sujetos siguen de acuerdo a su nivel de preparación, etc. (25).

Se observó que a través del estudio de las tácticas era posible hacer ciertas observaciones concretas acerca del efecto que tiene el mayor o menor grado de preparación en la solución de problemas diagnósticos. Se estudió la relación entre tácticas y otros criterios de evaluación y se hicieron recomendaciones tendientes a acelerar el proceso de entrenamiento en habilidad diagnóstica por medio del uso repetido de problemas como los antes detallados. Sobre estas ideas iniciales otros autores introdujeron algunas modificaciones. Una de ellas fue

incorporado en un instrumento ampliamente utilizado para evaluar habilidad clínica (26).

Tabor A.(27) y Potkay J.(28) estudiaron la forma en que expertos en la prueba de Rorschach procesan los protocolos de los sujetos. Gunn H.E. (29) y Meyer M.L.(30) analizaron respectivamente cómo los sujetos resuelven problemas de la vida diaria de acuerdo con ciertas características temperamentales y con los cambios que ocurren durante terapia psicológica. Partipilo M. (31) estudió cómo la técnica podía aplicarse al estudio de sujetos con lesiones cerebrales y Mohrbacher J.W.(32) investigó la dinámica que ocurre en el diagnóstico de lesiones cerebrales. Izcoa A.E.(33) utilizó el procedimiento que discutimos para comparar procesos de esquizofrénicos crónicos con sujetos normales y recientemente Creedon H.P.(34) demostró las características especiales de los procesos cognoscitivos en niños con transtornos emocionales.

En una serie de estudios se investigó la relación que existe entre ciertos índices referentes al sistema nervioso autónomo y solución de problemas. Estos estudios fueron realizados por Blatt S.J.(35), Meyer R.A.(36), Rimoldi H.J.A. et al.(37) y por Daley R.M.(38). Meyer estudió la relación entre activación del sistema autonómico y solución de problemas y Daley investigó los cambios pupilares que ocurren en el proceso de resolver problemas.

Rimoldi y sus colaboradores prepararon muchos y variados problemas para estudiar cómo el entrenamiento en la solución de problemas se relaciona con rendimiento académico a diferentes niveles y cómo la técnica que estudiamos podía adaptarse para estudiar habilidad matemática. Vander Woude K.(39), Erdmann J.B.(40), y Erdmann J.B. y Buchi D.M.(41) compararon tácticas en la solución de problemas con otros tipos de tests. Pero hasta 1963 los problemas utilizados respondían en su mayoría a las necesidades de cada investigación y no a una formulación teórica y experimental.

El "problem solving and information apparatus"(42) se construyó utilizando los conceptos antes expresados. Esta variación de la técnica estudia los distintos pasos que da un sujeto para lograr encender ciertas luces. Problemas de diferente complejidad pueden programarse y el proceso que siguen los sujetos en cada uno de ellos puede ser fácilmente observado.

En estudios sucesivos se publicaron varios métodos para dar un puntaje a las tácticas de los sujetos. Por ejemplo : se desarrolló la idea de índices de utilidad(43) por medio de los cuales la frecuencia con que se hacen las posibles preguntas sin considerar su orden. Esto permite definir curvas máximas y mínimas. Estas curvas definen áreas (elipsoides) dentro de las cuales pueden inscribirse todas las tácticas. La distancia entre la curva correspondiente a cada táctica y las curvas máxima y/o mínima se usa para evaluar a cada sujeto. El orden de aparición de las preguntas fue originalmente estudiado empleando los coeficientes tau y W de Kendall. Se inventó un método de "Pattern Analysis" (44) que caracteriza el orden de las tácticas con relación a un orden prefijado.

Con el objeto de identificar árboles diagnósticos se utilizaron probabilidades condicionales Por ejemplo : cuál es la probabilidad de hacer la pregunta e, dado que anteriormente se han hecho las preguntas a, b, y c en ese orden ? Esta forma de analizar los protocolos resultó innecesariamente engorrosa.

Se pudieron construir así árboles diagnósticos pero en muchos casos las decisiones que era necesario tomar demostraron ser difíciles de justificar. Este procedimiento ha sido y es utilizado por educadores médicos. Es demasiado temprano para valorar en su justa medida las ventajas y desventajas de tal manera de proceder. Sin embargo, lo directo del procedimiento queda condicionado por su inherente complejidad.

A nuestro parecer el mayor inconveniante en estos tipos de evaluación reside en el hecho de que es imposible identifcar la contribución de la información provista por cada pregunta y el orden en que ella ocurre en forma simultánea. Además, estos métodos dependen fundamentalmente de las muestras de sujetos empleadas.

Nueva forma de estudiar el problema: caracterización de los instrumentos y problemas teóricos

Hasta el correr del año 1963 habíamos logrado abundante evidencia con relación a las posibilidades de nuestra técnica en varias áreas. El problema que investigábamos parecía no ser trivial. Pero era menester hacer un análisis crítico para juntar diferentes tipos y clases de información y poder hacer enunciados con mayor formalización. Teníamos muchas observaciones convergentes, pero, por qué y cómo ? Era necesario teorizar partiendo de los resultados experimentales para mejorar nuestra comprensión del problema y para poder desarrollar mejores instrumentos.

Al investigar la solución de problemas matemáticos en escolares encontramos resultados que nos permitieron ampliar nuestro campo de acción. Se pudo observar que los sujetos eran capaces de resolver problemas que aunque presentados en un contexto familiar implicaban formulaciones matemáticas de variada complejidad. Sin embargo, los sujetos no eran conscientes de ello o no conocían tales formulaciones. Las preguntas que hacían eran las pertinentes y ocurrían en un orden lógico. Esto sugirió la posibilidad de establecer bases teóricas para construir mejores problemas. Supusimos que era posible aislar en cada problema dos componentes fundamentales. Uno de ellos se refiere a los sistemas relacionales inherentes al problema y el otro a su forma de presentación. El conjunto de relaciones define la estructura lógica del problema. La forma de presentación corresponde al lenguaje o sistema simbólico empleado para hacer concreta la estructura lógica (45). Un problema quedó definido como una "language function" de una estructura lógica (14).

Se interpretó que las tácticas observadas experimentalmente podían considerarse como dependientes de la estructura lógica y del sistema simbólico

empleado. Suponiendo que otras condiciones se mantienen constantes, la dificultad de un problema puede concebirse como dependiente de su dificultad intrínseca (que se relaciona con su estructura lógica) y de su dificultad extrínseca (que se relaciona con el sistema simbólico utilizado). Se pudieron así establecer normas acerca de la construcción de los problemas e intentar definir el pensar sobre un problema como una forma de hacer explícita y comunicable, a uno mismo o a otros, la estructura lógica de un problema.

Este tipo de formalización sugirió la posibilidad de emplear diferentes sistemas simbólicos para expresar la misma estructura y para poder definir problemas isomórficos. Los problemas isomórficos tienen pués la misma dificultad intrínseca -desde que tienen la misma estructura lógica- pero varían en su grado de dificultad observada como resultado del lengueja empleado.

Para construir problemas isomórficos es necesario especificar la correspondencia entre los elementos de la estructura lógica y los elementos del sistema simbólico empleado. Las relaciones entre los elementos de varios problemas isomórficos son del tipo uno-uno(Figura 1).

Es importante preguntarse : cómo varían las tácticas observadas entre problemas isomórficos ? Es decir que la comparación de los puntajes obtenidos por los mismos sujetos en varios problemas isomórficos debería proveer información acerca de la dificultad del "lenguaje" empleado. Y, en forma similar, la comparación de puntajes obtenidos utilizando problemas basados en diferentes estructuras lógicas pero todos ellos presentados en el mismo sistema simbólico debe permitir apreciar la dificultad intrínseca de esas estructuras.

Desde que muchos problemas pueden expresarse en varios lenguajes se postuló que entre estructuras lógicas y sistemas simbólicos existía independencia experimental. Sin embargo, el estudio de las tácticas mostró que entre ambos componentes había interacción. Esto generó una serie de interrogantes sobre tácticas de solución de problemas. estilos cognoscitivos y propiedades de los diferentes lenguajes. En resumen : fue posible construir problemas basados en estructuras lógicas predefinidas o por el contrario analizar problemas ya existentes para identificar el sistema relacional que los caracteriza.

Abundantes esfuerzos se realizaron para construir problemas cuyas propiedades fueran conocidas antes de ser administrados. Desde que los sistemas relacionales de los mismos eran conocidos fue posible postular en cada caso la mejor secuencia de preguntas que lleva a la solución. Es decir, que las tácticas observadas pueden ser evaluadas en función de su distancia relativa a la secuencia que define la táctica ideal.

Toda táctica observada depende de la habilidad del sujeto y del instrumento empleado. Lo que es posible hacer con cada instrumento es en buena medida función de la forma en que el mismo ha sido construído. Esta precaución no es observada en un 100 % de los casos en investigaciones psicológicas. Todo instrumento científico sirve para poder hacer ciertas cosas y no otras y es muy recomendable saber esto de antemano. Este problema lo discutimos anteriormente al hablar del uso de las respuestas como índice de los procesos. Usar una colección de ítems ideados para estudiar un aspecto específico del comportamiento y utilizarla para

evaluar otros criterios es una práctica que debe ser cuidadosamente analizada. No es suficiente decir que como los resultados de una prueba se correlacionan significativamente con un cierto criterio la misma es válida. Esto podría ilustrarse con el siguiente ejemplo. Supongamos un experimentador que midiendo la longitud de varias varillas, todas ellas del mismo material, del mismo espesor y de la misma altura, concluyera que como las medioiones de longitud y peso de esas varillas covarían casi perfectamente, la longitud es una estimación válida del peso. En otras palabras , que unidad de longitud y unidad de peso son dos cosas diferentes. Esto no es un problema estadístico, es más bien un problema de definir la dimensionalidad del campo en que se está trabajando. Más tarde es posible definir las unidades de medición y si fuera posible el origen de las mismas. Y finalmente es necesario establecer un punto de comparación que sea lógicamente aceptable, de manera tal que los resultados observados puedan ser interpretados con respecto al mismo. A ello deben acompañar reglas claras acerca de cómo se debe proceder experimentalmente. Sobre los resultados obtenidos es siempre posible utilizar el armamento estadístico pertinente.

Construcción de problemas y puntaje de tácticas.

Repetiremos algunas de las consideraciones que preceden.

La situación experimental debe permitir que el sujeto sea un activo buscador de información. Debe poder proceder en la forma que prefiera empleando el tiempo que prefiera. Para poder comparar tácticas es necesario que la información que los sujetos solicitan sea administrada a todos ellos de la misma manera. Esto evita la confusión que se crea si los sujetos y los experimentadores interaccionan entre sí. Algunos estudios recientes sobre el proceso cognoscitivo violan este requisito de modo que resulta difícil, sino imposible, separar lo que se debe al sujeto y lo que se debe a la dirección que, voluntaria o involuntariamente, da el experimentador.

En los instrumentos empleados debería ser posible poder separar la estructura lógica del sistema simbólico. Con referencia a la primera pueden seguirse dos caminos. Uno de ellos implica el análisis lógico de un cierto problema, por ejemplo : el descubrir el conjunto de relaciones implicadas en un diagnóstico médico, en un problema de la vida diaria, etc., etc. Esto es siempre posible en teoría pero puede ser prácticamente muy complejo. La segunda posibilidad consiste en definir primeramente la estructura lógica deseada y luego construir en base a ella problemas isomórficos. En ambos casos debe ser posible comparar la táctica observada con aquélla que va dada por la estructura del problema.

Supongamos que tenemos una estructura como la que se da en figura 2.

Los asteriscos corrsponden a las preguntas que se presentan con el problema y pueden ser modificadas por el experimentador si así lo desea. La rama identificada con un interrogante corresponde a la solución del problema.

Es claro que T_0 incluye a_1 y b_1, que a_1 incluye c_2 y d_2, etc. Los subíndices 0, 1, 2, ... indican niveles de generalidad o de especificidad. Usando los postulados de reflexividad, transitividad y antisimetría las propiedades de la estructura pueden hacerse explícitas. Cualquier elemento al nivel 2 es un subconjunto propio de algún subconjunto al nivel 1, de manera que en general subconjuntos al nivel (h + 1) son subconjuntos propios de subconjuntos al nivel h.

Hay una táctica que lleva directamente a la solución. Esta es: $a_1 \rightarrow e_2$. pero también $e_2 \rightarrow a_1$ lleva a la solución lo mismo que $c_2 \rightarrow d_2 \rightarrow e_2$ y que $c_2 \rightarrow d_2 \rightarrow a_1 \rightarrow e_2$, etc. Cuando una pregunta correspondiente a un nivel más general sucede a otra a un nivel menos general se habla de inversión de orden. La táctica $e_2 \rightarrow a_1$ tiene una inversión de orden. Desde que la unión de c_2 y d_2 hace a_1, la táctica $c_2 \rightarrow d_2 \rightarrow a_1$ tiene una redundancia completa, mientras que en $c_2 \rightarrow a_1$ hay una redundancia parcial. En tales casos consideramos que la pregunta menos general es redundante e ignoramos su ubicación con respecto a la pregunta más general. Preguntas en el mismo nivel de generalidad son consideradas equivalentes y entre ellas no es posible identificar inversiones de orden. Finalmente las preguntas irrelevantes son aquéllas que no aportan información pertinente. En un cierto sentido, las preguntas redundantes son irrelevantes desde que no agregan nueva información.

Las tácticas ideales son aquellas que acumulan toda la información necesaria para resolver el problema, no tienen inversiones de orden, no son redundantes y no tienen preguntas irrelevantes. Muestran una dirección, de lo general a lo específico, adquieren información en forma económica, no son redundantes y no tienen elementos irrelevantes. La táctica $a_1 \rightarrow e_2$ es una táctica ideal, pero no lo es la táctica $e_2 \rightarrow a_1$ desde que la misma muestra una inversión de orden.

Por medio de índices apropiados es posible pesar diferencialmente los elementos de las tácticas considerando el lugar que ocupan en la misma así como la cantidad de información que proporcionan. Estos índices maximizan el puntaje de las tácticas observadas cuanto más se acercan a la táctica ideal. Cuanto mayor es la distancia entre una táctica observada y la táctica ideal, tanto menor será el puntaje. Es de hacer notar que esta manera de proceder se basa en definir un punto fijo (que corresponde a la táctica ideal) y no resulta de una evaluación estadística.

No es éste el momento de discutir en detalle cómo se definen los diferentes pesajes. Los procedimientos empleados han demostrado tener alta correlación entre sí (.90 y más). Lo importante es que el método esbozado incluye tanto la información que acompaña a cada pregunta así como el orden en que la misma ocurre. Es decir, que en términos de la táctica en cuestión la información que da la respuesta a una pregunta contribuye menos al puntaje total cuanto más alejada está la misma del orden que define la estructura del problema. La forma de operar consiste en : 1) eliminar de la táctica observada las preguntas irrelevantes; 2) examinar las preguntas que restan para definir inversiones de orden y redundancias; 3) asignar pesajes; 4) combinar estos valores y pesarlos inversamente al número total de preguntas de la táctica observada antes de extraer las preguntas irrelevantes. Esta forma de operar ha sido llamada "Schema Pulling Out Method".

Otras formas de asignar puntajes han sido empleadas y son hoy utilizadas. Una de ellas se refiere a la forma en que cada pregunta sucesiva reduce la incertidumbre (16,17). Es también posible, dado un grupo de sujetos, construir matrices en las que las columnas presentan preguntas y las hileras orden (figura 3). Si todos los miembros de un grupo concuerdan en hacer las mismas preguntas en el mismo orden

hay una máxima covariancia entre preguntas y orden. Esto quedaría representado por medio de tablas en las cuales cada columna y cada hilera tienen solamente una y sólo una celda ocupada.Varios índices pueden utilizarse para mostrar acuerdo entre las tácticas. Nosotros hemos utilizado índices de incertidumbre. Es interesante el hecho de que en el caso del diagnóstico médico, el acuerdo entre las tácticas aumenta de "juniors" a "seniors" y a expertos, en donde la palabra expertos significa profesores de Medicina. De esta forma, nuestro procedimiento inicial de dar puntajes a las tácticas observadas utilizando normas desarrolladas a través de las tácticas de los expertos adquiere mayor fuerza (Figura 4).

Sería muy interesante analizar cuidadosamente las relaciones que existen entre las tácticas ideales y las tácticas que siguen los expertos. Sin embargo, esto puede inducir a error. Por ejemplo, todos los sujetos pueden estar de acuerdo con relación a la táctica que siguen de manera que el grupo muestre la mayor concordancia posible y sin embargo pueden no seguir la táctica ideal. Si se supone que seguir la táctica ideal es utilizar un procedimiento correcto, al menos lógicamente, en el caso que acabamos de discutir, lo que todos hacen no sería necesariamente correcto.

Los problemas isomórficos tienen una correspondencia del tipo uno-ino entre sus elementos. Consecuentemente, todos los problemas isomórficos tienen la misma táctica ideal aunque difieran en el sistema simbólico utilizado (Figura 5). Por ejemplo, supongamos un problema como el que sigue : los estudiantes de una escuela están organizando una danza. Algunos niños venderán entradas, otros venderán bebidas, algunas de las niñas venderán entradas y algunas venderán bebidas, dígame usted : cuántas niñas venderán entradas ? Las preguntas que pueden hacerse son las siguientes :

- Cuántos alumnos hay en la escuela ? R= 20

- Cuántos estudiantes venden bebidas ? R= 7

- Cuántos niños venden bebidas ? R= 5

- Cuántas niñas venden bebidas ? R= 2

- Cuántos niños venden entradas ? R= 5

La respuesta a este problema es que 8 niñas venden entradas.

Un problema isomórfico sería : Hay una colección de C objetos. Algunos de ellos son BT, algunos BR, algunos son GT y algunos son GR. Usted debe decir cuántos GT hay. En este caso C corresponde a los estudiantes del problema anterior, BT a los niños que venden entradas, BR a los niños que venden bebidas, GR a las niñas que venden bebidas y así sucesivamente. Otros problemas isomórficos pueden ser construídos usando dibujos, objetos concretos, etc. En resumen, que se pueden introducir muchas variaciones cambiando la forma de presentación.

Resultados experimentales obtenidos estudiando tácticas.

Se publicaron varias monografías en las cuales se estudió la relación entre entrenamiento en la solución de problemas y rendimiento académico así como el tipo de procesos empleados por alumnos de escuelas primarias, secundarias y de "college" (15, 16, 17). Se pudo comprobar un claro efecto debido al entrenamiento, tanto con relación a la estructura de los problemas como al lenguaje simbólico empleado. Además se observó que en ciertas materias los sujetos que habían sido entrenados con nuestros problemas demostraban un aumento en sus calificaciones. Para más detalles se puede consultar la bibliografía ya citada.

Erdmann J.B. y Buchi D.M. (41) compararon en estudiantes suizos cómo los mismos resolvían nuestros problemas con los resultados obtenidos en un test de inteligencia y en tres problemas de Piaget. Erdmann J.B. (46) y Snyder M.K. (47) investigaron los efectos de agentes farmacológicos en una batería que incluía nuestros problemas así como tests de percepción, inteligencia y tempo.

Erdmann J.B. (48) y Donnelly M. (49) exploraron la relación existente entre la solución que se da a un problema y la táctica empleada. Dicha relación demostró ser positiva entre débil y moderada. Los mismos autores compararon también los resultados obtenidos utilizando diferentes métodos de puntaje y concluyeron que las variaciones en la forma de asignar pesajes a los diferentes elementos de las tácticas no daba resultados dispares. La correlación entre los mismos fue del orden de .90. Esto parece ser una indicación de que, si son empleadas las reglas generales ya enunciadas, que tienen en cuenta tanto la información que se obtiene en cada pregunta como el orden en que se la efectúa, diferentes sistemas de pesaje no ocasionan cambios radicales. Por otro lado, la débil a moderada correlación entre táctica y respuesta final, parece indicar que puede ser riesgoso suponer que el estudio de las respuestas permite inferir el proceso.

Vander Woude K. (50) y Rojo E. (51, 52) en U.S.A. y en Argentina respectivamente, analizaron las tácticas empleadas por niños sordos prelinguales. La conclusión a que llegaron indica que no existen diferencias entre niños sordos y niños normales siempre y cuando el sistema simbólico empleado sea bien manejado por los sordos. De no ser así es dable observar diferencias. Los sistemas simbólicos utilizados en estos estudios incluían el lenguaje verbal corriente, dibujos y objetos concretos. Esto parece sugerir que el umbral de eficiencia para poder operar con ciertos sistemas simbólicos es de importancia fundamental. Si los sujetos no son eficientes en un determinado lenguaje poco o nada puede concluirse acerca de su capacidad para resolver un problema presentado en ese lenguaje.

Dos problemas isomórficos presentados en lenguaje verbal corriente y utilizando símbolos abstractos fueron administrados a una muestra considerable de sujetos entre 9 y 79 años de edad (53) (Figura 6). Encontramos que la diferencia entre los puntajes (medias de cada grupo de edad) era prácticamente constante en todas las edades, obteniéndose puntajes más altos en los problemas presentados verbalmente.

Con relación a este aspecto comparamos los resultados obtenidos en dos problemas isomórficos presentados, uno de ellos usando lenguaje verbal corriente y el otro, objetos concretos (Figura 7). Las edades estudiadas fueron entre 9 y 13 años. Se observó que después de los 10 a los 11 años de edad el lenguaje verbal facilita la solución de los problemas. Antes de esa edad no hay diferencias entre los problemas isomórficos pero después de la misma el incremento es

mucho mayor para los problemas verbales. Esto parecería indicar la existencia de una interacción entre edad y sistemas simbólicos, de manera tal que el solucionar un problema usando objetos concretos se hace más difícil y menos efectivo a medida que aumenta la edad. Se administraron 20 problemas a un grupo de 150 sujetos(55). Se correlacionaron y factorizaron los puntajes obtenidos a través de la evaluación de las tácticas. De estos 20 problemas, 16 estaban basados en cuatro estructuras lógicas presentadas cada una en cuatro sistemas simbólicos, a saber : verbal, abstracto, abstracto negativo y dibujos. Se obtuvieron los siguientes factores : Un factor que tiene saturación en cuatro problemas, todos ellos presentados utilizando figuras geométricas pero basados en cuatro estructuras lógicas diferentes. Otro factor reunió a todos los problemas presentados verbalmente. Estos dos factores tienen que ver con forma de presentación y tienen una correlación muy baja entre sí. Dos factores correlacionados entre sí estaban representados por 3 de las cuatro estructuras lógicas independientemente de los sistemas simbólicos empleados. Estas tres estructuras pueden ser representadas por medio de árboles lógicos de complejidad creciente. Es interesante observar que uno de estos factores corresponde a la estructura más sencilla mientras que el otro incluye las dos más complejas. Finalmente, un último factor está saturado en los problemas que obedecen a una estructura diferente de las arriba mencionadas. Tanto este factor como los dos anteriores trascienden los sistemas simbólicos utilizados. Es decir que en las tácticas de solución de problemas es posible separar factorialmente la contribución de la estructura lógica y del sistema simbólico empleado. En cuanto a estructura se refiere no sólo sus características pero su mayor o menor grado de complejidad son elementos a considerar. En cuanto a los sistemas simbólicos, presentaciones que emplean figuras geométricas se separan claramente de aquéllas que usan una presentación verbal.

Tales resultados sugieren algún tipo de interacción entre estructuras y sistemas simbólicos. Estudiamos esta posibilidad administrando 16 problemas que reunían las características últimamente enunciadas, es decir, cuatro estructuras lógicas, cada una presentada en cuatro sistemas simbólicos. Por medio de un análisis de variancia (clasificación triple basada en los mismos sujetos en los 16 problemas) se encontró que los dos efectos principales - estructuras y sistema simbólico - eran significativos así como su interacción (56). La significación de las diferencias entre las medias se estableció utilizando el test de Scheffé. La tendencia que se observó indica que algunos sistemas simbólicos facilitan más que otros la solución de problemas basados en ciertas estructuras. Es decir, la diferenciación entre estructura y sistema simbólico es demostrable experimentalmente, hay interacción entre las mismas de modo que para obtener resultados óptimos no es indiferente qué estructura y qué sistema simbólico se usa. La incapacidad que puede mostrar un sujeto para resolver un problema no implica que el mismo no sea capaz de comprender la estructura de tal problema, desde que tal dificultad puede residir en el hecho de que tal sujeto no es eficiente en el uso del sistema simbólico utilizado. Presentando la misma estructura en otro lenguaje, el resultado puede ser muy diferente. Consecuentemente, parece apropiado tener en cuenta qué material se emplea para presentar un concepto. El contexto puede ocasionar una diferencia dramática en lo que los estudiantes pueden comprender y pueden lograr.

P. Robb (57) estudió la relación existente entre procesos de solución de problemas y resultados en la escala de Rokeach. Este trabajo sugirió que sería apropiado explorar cómo variables perceptuales y de personalidad se relacionan con los procesos de solución de problemas. En un futuro inmediato aparecerá un

libro escrito conjuntamente por los Dres. Insua y Erdmann en el que se presentarán los resultados de una larga serie de experimentos donde se demuestra que características de la personalidad y factores perceptivos se relacionan con las tácticas de solución de problemas y que en la definición de un buen "solucionador de problemas" dichas variables deben ser consideradas. En otras palabras, que estilos cognoscitivos y eficiencia en la solución de problemas no son exclusivamente un fenómeno intelectual.

En la actualidad estamos recogiendo tácticas en la solución de problemas especialmente preparados de acuerdo con las especificaciones antes anotadas y que han sido administrados a un número considerable de grupos primitivos en Paraguay y en Bolivia (58). Aunque los resultados no han sido aún totalmente trabajados los datos que poseemos permiten indicar que si estos sujetos resuelven problemas presentados en un sistema simbólico que ellos comprenden sus tácticas son similares a aquéllas empleadas por sujetos de los Estados Unidos y de la Argentina en problemas que tienen la misma estructura lógica. Esto naturalmente tiene implicaciones educacionales y genera una serie de problemas teóricos que exploraremos en el futuro.

Nuestra experiencia ha generado más preguntas que las que hemos podido responder. Estas preguntas tienen que ver con el desarrollo de problemas, con aspectos educacionales y con implicaciones teóricas que consideramos fundamentales para poder clarificar la evolución de los procesos cognoscitivos en distintos medios culturales. Por ejemplo, es posible o no encontrar experimentalmente si hay otros sistemas relacionales más allá de los que conocemos ? Cómo se relacionan los sistemas simbólicos con los sistemas lógicos ? Cuántas o cuáles son las relaciones incluídas en un lenguaje y cómo un lenguaje facilita o dificulta el hacer explícitas las relaciones que existen en un problema ?

Nuestra evidencia indica que la precedencia temporal produce diferencias en la forma de dilucidar el sistema relacional de un problema, que la reducción de incertidumbre es parcialmente una función del orden y del sistema simbólico empleado y que algunos sistemas simbólicos tienen mayor adaptabilidad y generalidad a pesar de ser más redundantes. Este parece ser el caso del lenguaje verbal corriente. Y, naturalmente, todo esto está con gran probabilidad altamente influenciado por la personalidad de los sujetos.

Buenos Aires, diciembre de 1974

Horacio J.A. Rimoldi

Trabajo leído en el XV Congreso Interamericano de Psicología, celebrado en Bogotá, Colombia, del 14 al 19 de diciembre 1974.

BIBLIOGRAFIA

1. RIMOLDI, H.J.A. (1948) - Study of some factors related to intelligence. Psychometrika, 13, 1, pp. 27-46.

2. RIMOLDI, H.J.A. (1951) - The central intellective factor. Psychometrika, 16, 1, 75-101.

3. THURSTONE L.L. (1935) - The Reliability and Validity of Tests. Edwards Brothers, Inc. Ann Arbor, Michigan.

4. GULLIKSEN H. (1950) - Theory of Mental Tests. John Wiley & Sons Inc. N. York.

5. LORD F.M. & NOVICK M.R. (1967) - Statistical Theories of Mental Test Scores. Addisson - Wesley Publishing Co., Reading, Mass.

6. RIMOLDI, H.J.A. (1955) - A technique for the study of problem solving. Educational and Psychological Measurement, 15, 4, 450-461.

7. RIMOLDI, H.J.A. (1960) - Problem solving as a process. Educational and Psychological Measurement, Vol. 20, N° 3, Fall.

8. GLASER R. & NITKO, A.J. (1971) - Measurement in Learning and Instructions, In R.L. Thorndike (Ed.) Educational Measurement. Washington, DC. American Council of Education.

9. CARVER, R.P. (1974) - Two dimensions of tests. American Psychologist, Vol. 29, N° 7, July, 512-518.

10. BLOCK, J.H. (Ed.) (1971) - Mastery Learning. Theory and Practice. Holt, Reinhart & Winston Inc., N. York.

11. RIMOLDI, H.J.A. (1946) - Ritmo y fatiga. El Ateneo, Buenos Aires.

12. RIMOLDI, H.J.A. (1951) - Personal tempo. Journal of Abnormal and Social Psychology, 46, 3, pp. 283-303.

13. RIMOLDI, H.J.A. (1969) - On Cognizing Cognitive Processes. Loyola Psychometric Laboratory Publications N°57. Loyola University, Chicago, Illinois.

14. RIMOLDI, H.J.A. (1967) - Thinking and Language. Archives of General Psychiatry, December.

15. RIMOLDI, H.J.A. & DEVANE, J. (1961) - Training in Problem Solving Cooperative Research Project N° 1015. Loyola Psychometric Laboratory Publications N° 21, Loyola University, Chicago, Illinois.

16. RIMOLDI, H.J.A. et al. (1962) - Training in Problem Solving.Cooperative Research Project N° 1449. Loyola University, An Illinois Corporation. Chicago, Illinois.

17. RIMOLDI, H.J.A. et al. (1964) - Problem Solving in High School and College Students-Cooperative Research Project N° 2199. Loyola University, An Illinois Corporation. Chicago, Illinois.

18. RIMOLDI, H.J.A. et al. (1958) - Testing Skills in Medical Diagnosis. Loyola Psychometric Laboratory Publications N° 2. Loyola University, Chicago, Illinois.

19. RIMOLDI, H.J.A. et al. (1962) - The Test of Diagnostic Skills. Loyola Psychometric Laboratory Publications N° 25. Loyola University, Chicago, Illinois.

20. HALEY, J.V. (1960) - The Effect of Learning on Performance in the Test of Diagnostic Skills. Loyola Psychometric Laboratory Publications N° 11. Loyola University, Chicago, Illinois.

21. HALEY, J.V. (1963) - Effects of Training on the Test of Diagnostic Skills. Loyola Psychometric Laboratory Publications N° 30. Loyola University, Chicago, Illinois.

22. RIMOLDI, H.J.A. (1960) - The Test of Diagnostic Skills. Journal of Medical Education, Vol. 36, N° 1, Jan., 73-79.

23. RIMOLDI, H.J.A. & DEVANE,J. (1958) - Inner Organization of the Clinical Diagnostic Process as Appraised by the Test of Diagnostic Skills. Loyola Psychometric Laboratory Publications N° 4.Loyola University, Chicago, Illinois.

24. RIMOLDI, H.J.A. et al. (1960) - A Comparison of the Performance of Two Student Groups and Physicians in the Tests of Diagnostic Skills. Loyola Psychometric Laboratory Publications N° 10. Loyola University, Chicago, Illinois.

25. RIMOLDI, H.J.A. (1972) - Problem Solving. Proceedings. 4th Pan American Conference on Medical Education. Toronto, Canadá. August 28-30, 1972. M.A. Fruen & J.W. Steiner (Ed.), Toronto.

26. HUBBARD, J.P. (1964) - Programmed Testing in the Examination of the National Board of Medical Examiners. Proceedings of the 1963 International Conference on Testing Problems, Educational testing Service. Princeton, N. Jersey.

27. TABOR, A.B. (1959) - Process Analysis of Rorschach Interpretation. Doctoral Dissertation Loyola University, Chicago, Illinois.

28. POTKAY, Ch. R. (1971) - The Rorschach Clinician. Grune & Straton, N. York.

29. GUNN, H.E. (1962) - An Analysis of Thought Processes Involved on Solving Clinical Problems. Doctoral Dissertation. Loyola University, Chicago, Illinois.

30. MEYER, M.L. (1963) - Identification in Psychotherapy as Measured an Problem Solving Tasks. Doctoral Dissertation. Loyola University, Chicago, Illinois.

31. PARTIPILO, M.A. (1964) - Psychological Deficit: An Approach Through Problem Solving Processes. Doctoral Dissertation. Loyola University, Chicago, Illinois.

32. MOHRBACHER, J.W. (1961) - The Diagnostic Approach of Three Disciplines to Minimal Intracraneal Pathology in Children. Doctoral Dissertation. Loyola University, Chicago, Illinois.

33. IZCOA, A.E. (1964) - A Study of Schizophrenic Thinking in Problem Solving Tasks. Doctoral Dissertation. Loyola University, Chicago, Illinois.

34. CREEDON, H.P. (1971) - Cognitive Processes in Educationally Disturbed Boys. Doctoral Dissertation. Loyola University, Chicago, Illinois.

35. BLATT, S.J. (1961) - Patterns of Cardiac Arousal during Complex Mental Activity. Journal of Abnormal and Social Psychology, 63, 272-282.

36. MEYER, R.A. (1963) - Changes in Cardiac Rate during Complex Mental Processes. Loyola Psychometric Laboratory Publications N° 36. Loyola University, Chicago, Illinois.

37. RIMOLDI, H.J.A. et. al. (1962) - Psychobiological Mechanisms in Complex Mental Processes and Their Changes with Age. Loyola Psychometric Laboratory Publications N° 24. Loyola University, Chicago, Illinois.

38. DALEY, R.M. (1966) - The Relationship Between Pupilary Activity and Complex Mental Activity. Doctoral Dissertation. Loyola University, Chicago, Illinois.

39. VANDER WOUDE, K. (1967) - The Relationship of the SRA Primary Mental Ability Test to Complex Problem Solving Processes. Loyola Psychometric Laboratory Publications N° 37. Loyola University, Chicago, Illinois.

40. ERDMANN, J.B. (1967) - Research Applications of a Technique for the Study of Thinking Processes. Loyola Psychometric Laboratory Publications N° 46. Loyola University, Chicago, Illinois.

41. ERDMANN, J.B. & BUCHI, D.M. (1968) - A Comparative Study of Problem Solving Processes Relative to the Models Developed by Jean Piaget and Horacio J.A. Rimoldi. Loyola Psychometric Laboratory Publications N° 53. Loyola University, Chicago, Illinois.

42. JOHN, E.R. & RIMOLDI, H.J.A. (1955) - Sequential Observation of Complex Reasoning. Paper read at the Sixty - third Annual Convention of the APA. The American Psychologist, 8, 470 (Abstract).

43. RIMOLDI, H.J.A. (1961) - Characterization of processes. Educational and Psychological Measurement, Vol. 21, N° 2. Summer, 383-392.

44. RIMOLDI, H.J.A. & GRIB, T.F. (1960) - Pattern Analysis. British Journal of Statistical Psychology, November.

45. RIMOLDI, H.J.A. et. al. (1963) - A program for the study of thinking. Bulletin International Association of Applied Psychology, Vol. 12, N° 2, p. 23, July-December.

46. ERDMANN, J.B. (1966) - Temporal Parameters of Behavior: A Psychopharmacological Approach. Loyola Psychometric Laboratory Publications N° 46. Loyola University, Chicago, Illinois.

47. SNYDER, M.K. - A Psychopharmacological Approach to the Study of Perceptual Behavior. Loyola Psychometric Laboratory Publications N° 45. Loyola University, Chicago, Illinois.

48. ERDMANN, J.B. (1964) - An Appraisal of Three Scoring Procedures as Discriminators Between Good and Poor Problem Solvers. Loyola Psychometric Laboratory Publications N° 40. Loyola University, Chicago, Illinois.

49. DONNELLY, M.B. - A Comparison of the Schema Pulling out and the Average Uncertainty Methods. Loyola Psychometric Laboratory Publications N° 52. Loyola University, Chicago, Illinois.

50. VANDER WOUDE, K. (1970) - Problem Solving and Language. Archives of General Psychiatry. Vol. 23.

51. ROJO, E.A. (1974) - Acuerdo en las Tácticas de Solución de Problemas (Sujetos con déficit auditivo y sujetos oyentes). Centro Interdisciplinario de Investigaciones en Psicología Matemática y Experimental (CIIPME) Publicación N° 33, Buenos Aires.

52. ROJO, E.A. (1974) - Tácticas de Solución de Problemas y Respuestas (Sujetos con déficit auditivo y sujetos oyentes). Centro Interdisciplinario de Investigaciones en Psicología Matemática y Experimental (CIIPME) Publicación N° 34, Buenos Aires.

53. RIMOLDI, H.J.A. & VANDER WOUDE, K. (1969) - Aging and problem solving. Archives of General Psychiatry, Vol. 20, February.

54. RIMOLDI, H.J.A. et al. (1968) - Some Effects of Logical Structure, Language and Age in Problem Solving in Children. Journal of Genetic Psychology, 112; 127-143.

55. RIMOLDI, H.J.A. (1971) - Logical structure and language in thinking processes. International Journal of Psychology, Vol. 6, N° 1, pp. 65-77.

56. RIMOLDI, H.J.A. et al. (1974) - Perceptual and Personality Correlates of Problem Solving. (To be published).

57. ROBB, S.J. (1966) - A Theoretico-Experimental Study of Differences in Problem Solving Processes of Open and Closed Minded Individuals. Loyola Psychometric Laboratory Publications N° 49. Loyola University, Chicago, Illinois.

58. RIMOLDI, H.J.A. (1974) - Cognitive Aspects of Problem Solving. Read at the Round Table on "Problem in the Use of Diagnostic Instruments with Children and Youth of Widely Varied Cultural Backgrounds" A.P.A. Annual Meeting, New Orleans).

APENDICE

Figura 1

Correspondencias entre Problemas Isomórficos

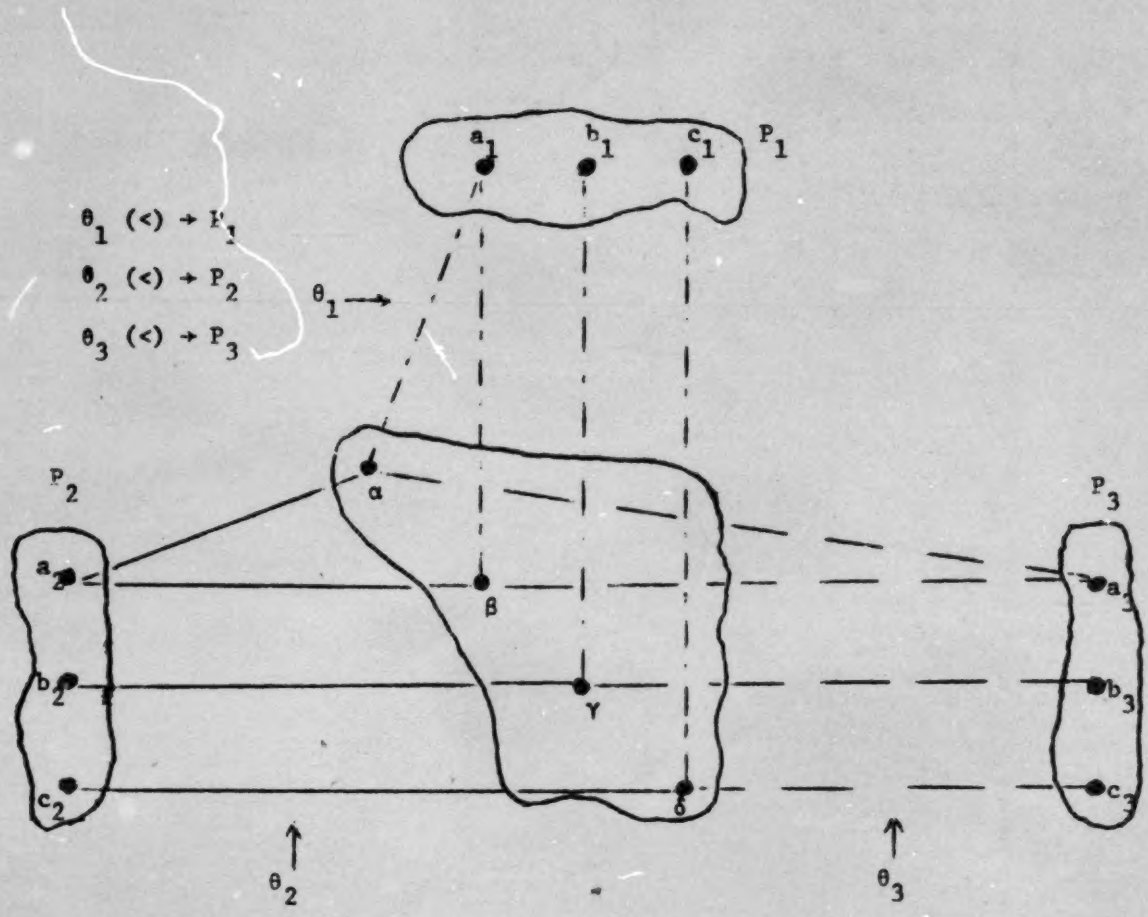
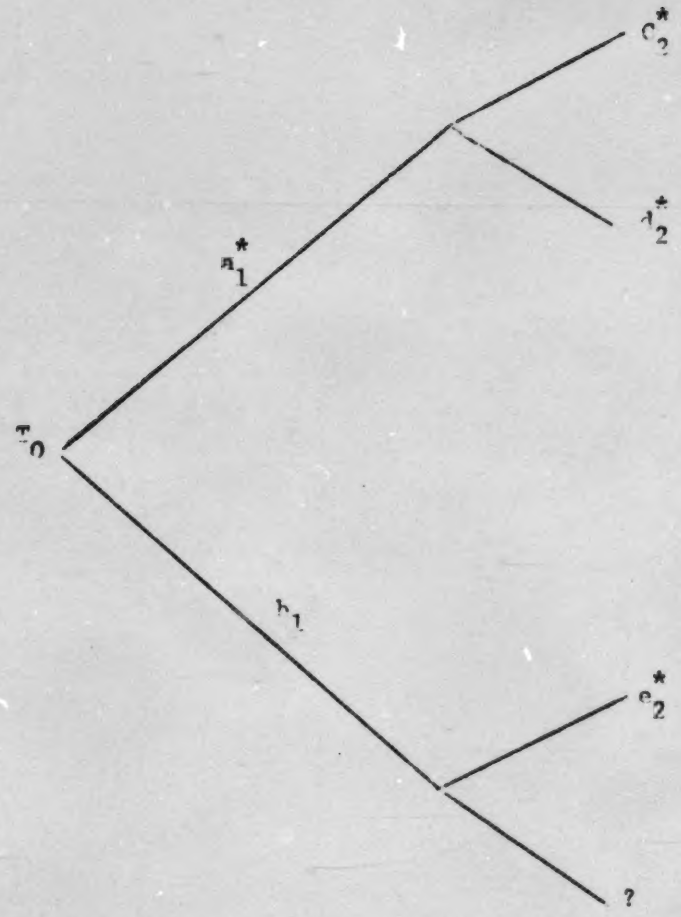


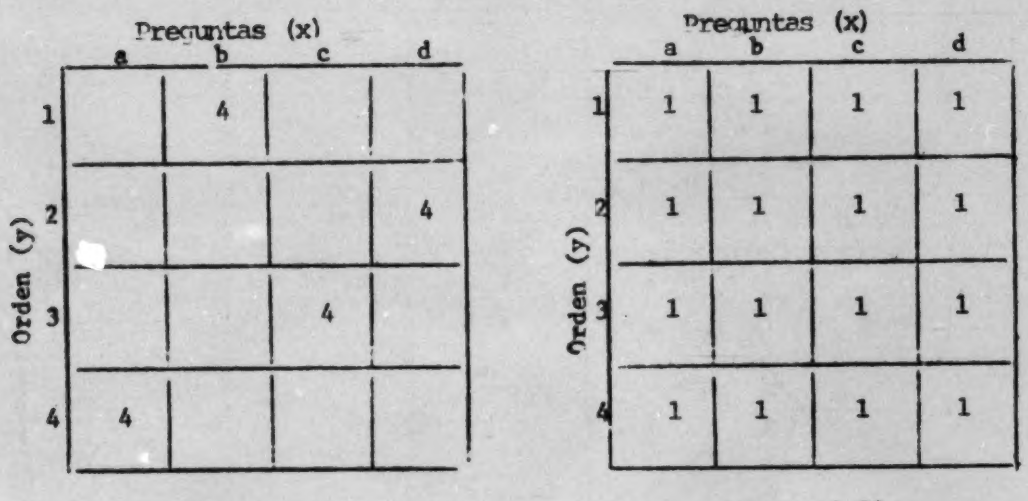
Figura 2

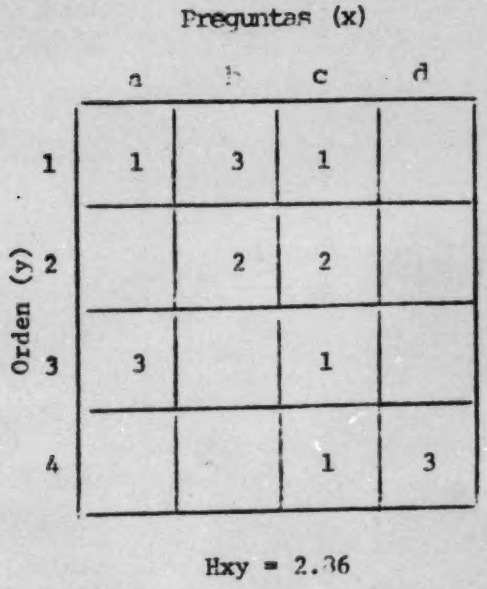
Estructura 31



Táctica Ideal $a_1 \longrightarrow e_2$

Figura 3





Valores de incertidumbre (Hxy), máximo, mínimo e intermedio

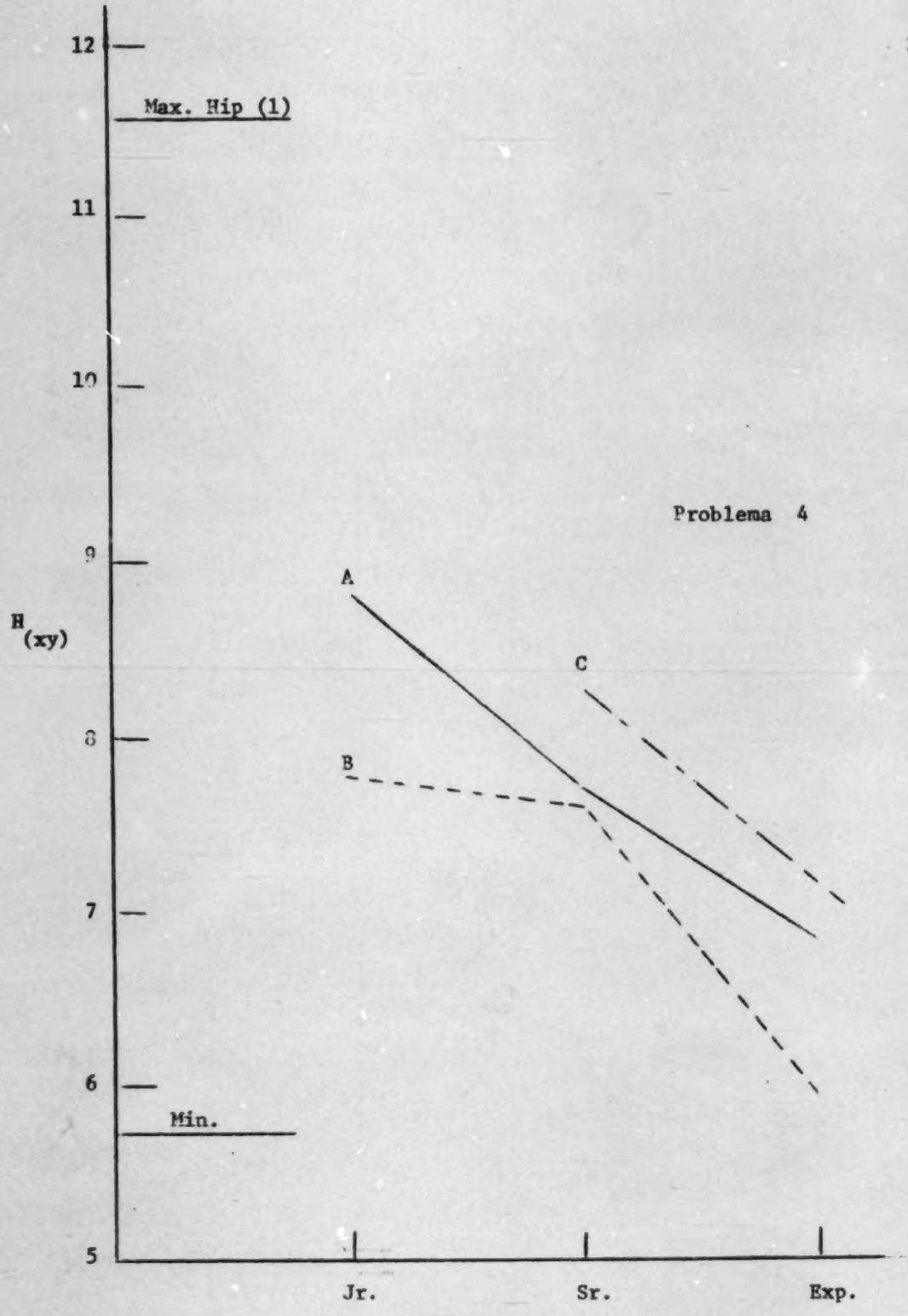


Figura 4

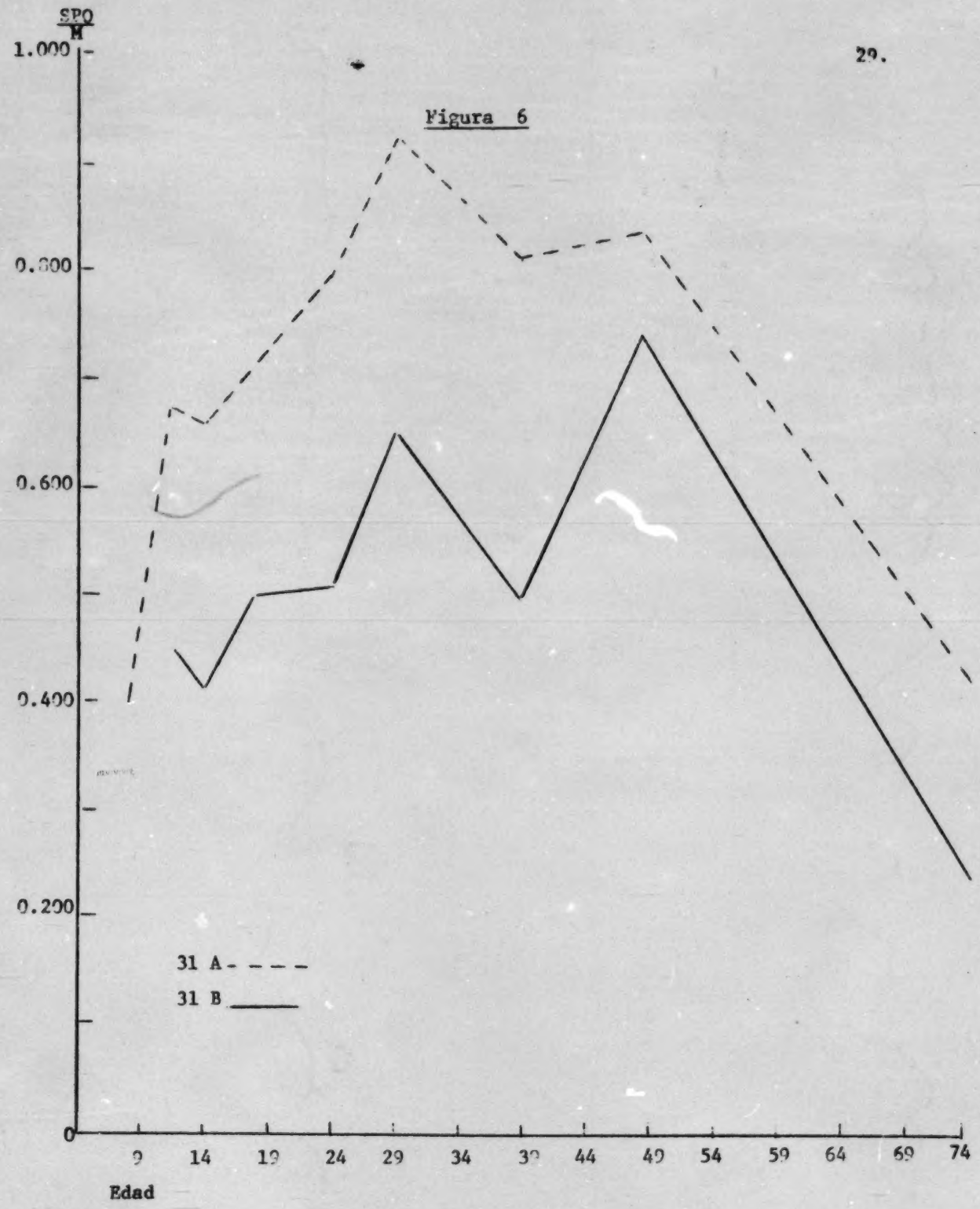
Valores de incertidumbre para el problema clínico N°4 en las escuelas de medicina A,B,C.

Figura 5

Equivalencia en los Problemas Isomórficos de la Estructura 31

Elementos	Lenguaje A	Lenguaje B	Lenguaje C	Lenguaje X
T_0	20 niños y niñas	50 objetos C	40 objetos no X	Cuadrados grandes y pequeños azules y verdes
a_1	7 refrescos	35 objetos B	14 objetos no A	Cuadrados azules grandes y pequeños
c_2	5 niños (refrescos)	20 objetos BC	8 objetos no A no B	Cuadrados grandes azules
d_2	2 niñas (refrescos)	15 objetos CD	60 objetos no D no B	Cuadrados pequeños azules
e_2	5 niños (boletos)	10 objetos BT	20 objetos no B no B	Cuadrados grandes verdes
?	8 niñas (boletos)	15 objetos CT	6 objetos no D no C	Cuadrados pequeños verdes

Figura 6



Resultados obtenidos a traves de varias edades en dos problemas con la misma estructura

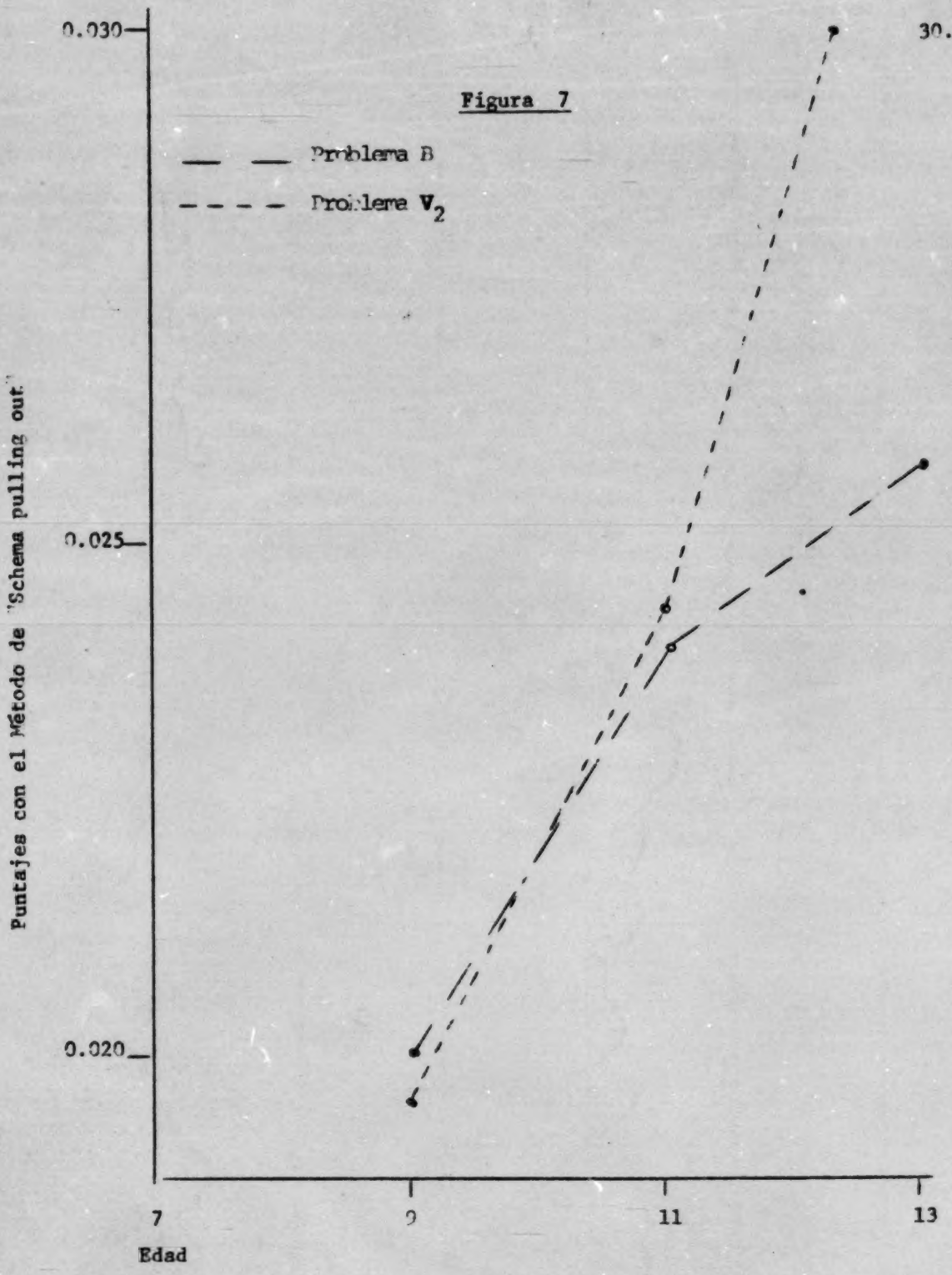


Figura 7

Resultados en dos problemas con la misma estructura

Esta Publicación se terminó de imprimir en el Centro
Interdisciplinario de Investigaciones en Psicología
Matemática y Experimental (CIIPME) Habana 3870
Buenos Aires, el día 20 de mayo de 1974